

7800915/JP11 D1

INTERNAL CYLINDER-INJECTED FUEL CONTROLLER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Publication number: JP9296747

Publication date: 1997-11-18

Inventor: YONEZAWA SHIRO; OUCHI YASUSHI

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- international: **F02D41/02; F02D41/04; F02D41/34; F02D41/02; F02D41/04; F02D41/34; (IPC1-7): F02D41/04; F02D41/02; F02D41/34**

- European:

Application number: JP19960110962 19960501

Priority number(s): JP19960110962 19960501

Report a data error here

Abstract of JP9296747

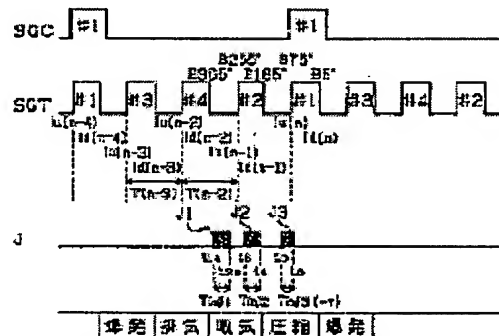
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cylinder-injected fuel controller for an internal combustion engine, for optimizing a fuel quantity in a transient running of the engine with its latest running conditions being reflected. **SOLUTION:** A fuel controller has fuel injection valves for injecting fuel directly into cylinders of an internal combustion engine, and supplies each cylinder with a required quantity of fuel for one cycle of the cylinder by applying an injection signal of a pulse width according to the driving duration of each fuel injection valve to the fuel injection valve. An injection signal applied to each cylinder for its one cycle is divided into three pulses J1 to J3, and a fuel quantity required in each cylinder for its one cycle is divided for three times of injection. The first and second injection signals J1 and J2 are applied to the fuel injection valve of each cylinder in its suction stroke, and the third injection signal J3 is applied thereto in its compression stroke. The fuel quantity supplied on the second injection signal J2 is corrected depending on running conditions of the engine.

(a)

(b)

(c)

(d)



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-296747

(43) 公開日 平成9年(1997)11月18日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/04	3 3 0		F 0 2 D 41/04	3 3 0 A
41/02	3 2 5		41/02	3 2 5 A
41/34		9323 -3G	41/34	N
		9323 -3G		F

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-110962

(22) 出願日 平成8年(1996)5月1日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 米沢 史郎

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 大内 裕史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

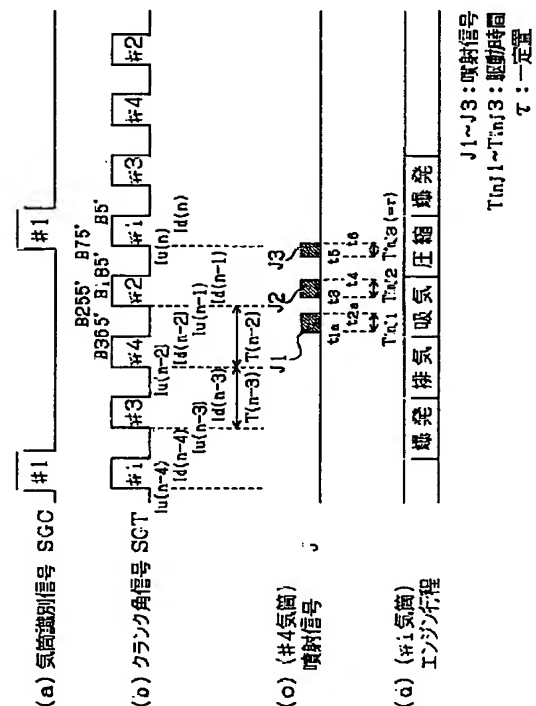
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の筒内噴射燃料制御装置

(57) 【要約】

【課題】 最新の運転状態を反映させて、過渡運転時の燃料量を適正化した内燃機関の筒内噴射燃料制御装置を得る。

【解決手段】 内燃機関の各気筒内に直接に燃料を噴射するための燃料噴射弁を有し、各燃料噴射弁に対して各燃料噴射弁の駆動時間に応じたパルス幅の噴射信号を印加することにより、各気筒の1行程に要求される燃料量を各気筒内に供給する内燃機関の筒内噴射燃料制御装置において、各気筒の1行程に印加される噴射信号を3つのパルスJ1～J3に分割するとともに、1行程に要求される燃料量を3回に分割し、各気筒の燃料噴射弁に対して、第1回目および第2回目の噴射信号J1およびJ2をそれぞれ吸気行程で印加し、第3回目の噴射信号J3を圧縮行程で印加し、第2回目の噴射信号J2により供給される燃料量を内燃機関の運転状態に応じて補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の各気筒内に直接に燃料を噴射するための燃料噴射弁を有し、前記各燃料噴射弁に対して前記各燃料噴射弁の駆動時間に応じたパルス幅の噴射信号を印加することにより、前記各気筒の1行程に要求される燃料量を前記各気筒内に供給する内燃機関の筒内噴射燃料制御装置において、

前記各気筒の1行程に印加される噴射信号を3つのパルスに分割するとともに、前記1行程に要求される燃料量を3回に分割し、

前記各気筒の燃料噴射弁に対して、第1回目および第2回目の噴射信号をそれぞれ吸気行程で印加し、第3回目の噴射信号を圧縮行程で印加し、

前記第2回目の噴射信号により供給される燃料量を前記内燃機関の運転状態に応じて補正することを特徴とする内燃機関の筒内噴射燃料制御装置。

【請求項2】 内燃機関の各気筒内に直接に燃料を噴射するための燃料噴射弁を有し、前記各燃料噴射弁に対して前記各燃料噴射弁の駆動時間に応じたパルス幅の噴射信号を印加することにより、前記各気筒の1行程に要求される燃料量を前記各気筒内に供給する内燃機関の筒内噴射燃料制御装置において、

前記各気筒の1行程に印加される噴射信号を3つのパルスに分割するとともに、前記1行程に要求される燃料量を3回に分割し、

前記各気筒の燃料噴射弁に対して、第1回目の噴射信号を排気行程で印加し、第2回目の噴射信号を吸気行程で印加し、第3回目の噴射信号を圧縮行程で印加することを特徴とする内燃機関の筒内噴射燃料制御装置。

【請求項3】 前記第2回目の噴射信号により供給される燃料量を前記内燃機関の運転状態に応じて補正することを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の筒内噴射燃料制御装置。

【請求項4】 前記第3回目の噴射信号により供給される燃料量を一定値に設定したことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の内燃機関の筒内噴射燃料制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、筒内に直接に燃料を噴射する内燃機関の筒内噴射燃料制御装置に関し、特に過渡運転時の燃料量を容易に適正化することのできる内燃機関の筒内噴射燃料制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図7は一般的な内燃機関の筒内噴射燃料制御装置のシステム全体を示す構成図である。図において、1は内燃機関の本体となる複数の気筒1a～1dからなるエンジン、2はエンジン1の各気筒1a～1dに空気を供給する吸気管、3は吸気管2の吸入口に設けら

れたエアクリーナ、4は吸気管2内に設置されて吸入空気量Qを調整するスロットル弁、5は吸気管2のインテークマニホールド部に形成されたサージタンクである。

【0003】6はスロットル弁4の開度 θ を検出するスロットル弁開度センサ、7はスロットル弁4の開閉を行うスロットル弁アクチュエータ、8は各気筒1a～1d内に直接に燃料を噴射する燃料噴射弁、9は各気筒1a～1dに設けられた点火コイルユニット、10は点火コイルユニット9を介して放電駆動される各気筒1a～1d内の点火プラグである。

【0004】11は運転者により踏み込み操作されるアクセルペダル、12はアクセルペダル11の踏み込み量 α を検出するアクセル踏み込み量検出センサ、13はエンジン1のクランク軸に設けられてクランク角信号SGTを出力するクランク角センサ、14はクランク軸と連動するカム軸に設けられて気筒識別信号SGCを出力する気筒識別センサである。

【0005】15はエンジン1から排出される排気ガス中の酸素濃度Xを検出する酸素濃度検出センサ、16は排気ガスを浄化するための触媒である。なお、各センサ6および13～15は、運転情報を出力するための各種センサを構成しており、図示しないが、他のセンサとして、吸入空気量Qを検出するためのエアフローセンサや吸気管圧力センサ等が設けられているものとする。

【0006】20はマイクロコンピュータからなる電子制御ユニットであり、各種センサ6および13～15からの運転情報 θ 、SGT、SGCおよびXに基づいて各種制御量を演算し、制御量に応じた制御信号J、GおよびRによりエンジン1を制御する。

【0007】たとえば、電子制御ユニット20は、アクセルペダル11の踏み込み量 α からスロットル弁4の目標開度を演算し、開度制御信号Rによりスロットル弁アクチュエータ7を制御して、スロットル弁4の開度 θ が目標開度と一致するようにフィードバック制御を行う。

【0008】また、電子制御ユニット20は、クランク角信号SGTからエンジン回転数Neを演算し、エンジン回転数Neおよびアクセル踏み込み量 α から目標エンジントルクを演算し、エンジン回転数Neおよび目標エンジントルクToから目標燃料噴射量Foを演算し、目標燃料噴射量Foに応じたデューティの噴射信号Jにより燃料噴射弁8を駆動する。

【0009】さらに、電子制御ユニット20は、クランク角信号SGTおよび気筒識別信号SGC等に基づいて各気筒1a～1dの点火時期を演算し、点火信号Gにより点火コイルユニット9を駆動して点火プラグ10を放電させる。

【0010】図8は図7内の電子制御ユニット20の具体的構成を詳細に示すブロック図である。図8において、21は電子制御ユニット20内のマイクロコンピュータ、22および23は各種の運転情報をマイクロコン

ピュータ21内に取り込むための入力I/F、24はマイクロコンピュータ21に給電を行う電源回路、25はマイクロコンピュータ21からの制御信号R、JおよびGを出力するための出力I/Fである。26は車載のバッテリー、27は起動時にバッテリー26を電子制御ユニット20に接続するイグニションスイッチである。

【0011】マイクロコンピュータ21は、所定のプログラムにしたがって燃料噴射弁8および点火プラグ9の制御等を行うCPU31と、クランク角信号SGTから回転周期を検出するためのフリーランニングのカウンタ32と、種々の制御用の計時を行うタイマ33と、入力I/F23からのアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器34と、CPU31のワークエリアとして使用されるRAM35と、CPU31の動作プログラムが記憶されているROM36と、各種の駆動制御信号J、RおよびG等を出力する出力ポート37と、CPU31と各構成要素32～37とを結合するコモンバス38とを備えている。

【0012】一方の入力I/F22は、クランク角信号SGTおよび気筒識別信号SGCを波形整形し、これを割り込み信号としてマイクロコンピュータ21に入力する。マイクロコンピュータ21内のCPU31は、入力I/F22から割り込み信号が発生すると、カウンタ32の値を読み取り、今回値と前回値との差からクランク角信号SGTのパルス周期を演算し、現在のエンジン回転数Neに相当する値としてRAM35内に記憶させる。

【0013】また、CPU31は、上記割り込みの際に、気筒識別信号SGCの信号レベルを検出して、今回検出されたクランク角信号SGTの検出クランク角が、複数気筒1a～1dのうちのどの気筒に相当するかを検出する。

【0014】他方の入力I/F23は、スロットル弁開度 θ 、アクセル踏み込み量 α および酸素濃度X等の検出信号を、A/D変換器34を介してマイクロコンピュータ21内のCPU31に入力する。出力I/F25は、CPU31から出力ポート37を介して出力される各種の制御信号を増幅し、スロットル弁アクチュエータ7、燃料噴射弁8、点火コイルユニット9等に供給する。

【0015】図9は電子制御ユニット20から生成される噴射信号Jの制御タイミングを示すタイミングチャートであり、気筒識別信号SGCおよびクランク角信号SGTの各パルス波形と、燃料噴射弁8の燃料噴射時期およびエンジン行程（吸気、圧縮、爆発、排気）との関係を示している。

【0016】図9において、(a)は気筒識別信号SGCのパルス波形、(b)はクランク角信号SGTのパルス波形、(c)は#1気筒の燃料噴射弁8を駆動するための噴射信号J、(d)は#1気筒のエンジン行程を示している。なお、点火コイルユニット9に対する点火信

号Gは、点火プラグ10の点火時期すなわちエンジン行程(d)内の爆発行程の直前に出力される。

【0017】図9の(b)において、 $T(n-3)$ は演算に用いられるクランク角信号SGTの立ち上がりエッジ間の周期であり、#1気筒に対応する今回パルスから見て、3回前および4回前の各パルス(#3気筒および#4気筒に対応するパルス)から演算される周期である。また、 $Iu(i)$ および $Id(i)$ ($i=n, n-1, n-2, \dots$)は、クランク角信号SGTの立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジであり、#1気筒の圧縮行程(点火時期に対応)のタイミングで、 $i=n$ としている。

【0018】 $B5^\circ$ (TDCの 5° 手前)は#1気筒のクランク角信号SGTの立ち下がりエッジ $Id(n)$ のクランク角位置、 $B75^\circ$ は#1気筒のクランク角信号SGTの立ち上がりエッジ $Iu(n)$ のクランク角位置、 $B185^\circ$ は#2気筒のクランク角信号SGTの立ち下がりエッジ $Id(n-1)$ のクランク角位置、 $B255^\circ$ は#2気筒のクランク角信号SGTの立ち上がりエッジ $Iu(n-1)$ のクランク角位置である。

【0019】すなわち、クランク角信号SGTの各エッジ $Iu(i)$ および $Id(i)$ は#1～#4気筒の基準クランク角位置を示し、立ち上がりエッジ $Iu(i)$ は $B75^\circ$ 、立ち下がりエッジ $Id(i)$ は $B5^\circ$ を示している。マイクロコンピュータ21内のCPU31は、クランク角信号SGTの各エッジでの電圧変化をエッジ割り込みによって検出して、エンジン1のクランク角位置を検出する。

【0020】また、図9の(c)において、 $t1$ は噴射信号Jの立ち上がり時刻、 $t2$ は噴射信号Jの立ち下がり時刻、 $Tinj$ は時刻 $t1$ から時刻 $t2$ までの噴射信号Jのパルス幅すなわち燃料噴射弁8の駆動時間(燃料噴射時間)である。噴射信号Jの立ち上がり時刻 $t1$ は、燃料供給が吸気行程の前半で行われるようにタイマ設定される。

【0021】たとえば、CPU31は、クランク角信号SGTの周期 $T(n-3)$ や吸入空気量等 $Q(n-3)$ から、制御対象気筒に噴射する燃料噴射量 Fo を演算し、目標燃料量 Fo を得るための燃料噴射弁8の駆動時間 $Tinj$ を演算する。ここでは、吸気行程において燃料噴射弁8を駆動時間 $Tinj$ の間だけ駆動する場合を示している。

【0022】電子制御ユニット20内のCPU31は、気筒識別信号SGCに基づいて、クランク角信号SGTがどの気筒に対応するかを判断し、制御対象に該当する気筒の燃料噴射弁8に対して、燃料噴射時期に応じた噴射信号Jを印加して所要量 Fo の燃料を噴射する。

【0023】また、CPU31は、制御対象となる気筒の点火コイルユニット9に対して、点火時期に応じた点火信号Gを出力する。これにより、点火コイルユニット

9は、バッテリー電圧を増幅して得られた高電圧を点火プラグ10に印加し、演算された制御タイミングで燃料を点火して燃焼させる。以上の動作により、各気筒1a~1dの筒内に直接に燃料が噴射され、噴射された燃料が燃焼してエンジン1が動作する。

【0024】次に、図9のタイミングチャートとともに、図10~図13の説明図および特性図ならびに図14~図16のフローチャートを参照しながら、図7および図8のように構成された従来の内燃機関の筒内噴射燃料制御装置の具体的な動作について説明する。

【0025】図10はエンジン回転数 N_e および目標エンジントルク T_o に対する燃料噴射方式の関係を示しており、目標エンジントルク T_o が T_oA 以下で、且つエンジン回転数 N_e が N_eB 以下の領域（図中に斜線で示す）は、エンジン1が1サイクル中に消費する燃料量が少ない領域を示している。

【0026】したがって、上記領域においては、燃料噴射弁8の駆動時間 T_{inj} を短く設定することができ、エンジン1の圧縮行程中に燃料を噴射する圧縮行程噴射が行われる。圧縮行程噴射は、各気筒1a~1d内の一部（点火プラグ10の近傍）で燃焼が行われ、筒内容積に対して燃料が少なく済むので、経済性が向上するうえ、燃焼のための空燃比制御が容易になるという利点を有している。

【0027】図11は空燃比 A/F とエンジン発生トルク T_e との関係を示す特性図であり、実線は圧縮行程噴射時の特性曲線、一点鎖線は吸気行程噴射時の特性曲線である。図11から明らかなように、圧縮行程噴射によれば、理論空燃比（14.7）よりもリーン側においても、空燃比 A/F に応じたエンジン発生トルク T_e の制御が可能である。

【0028】一方、図10において、目標エンジントルク T_o が T_oA よりも大きくなるか、または、エンジン回転数 N_e が N_eB 以上になると、圧縮行程中に所要燃料量 F_o の噴射を終了させることができないので、吸入行程から圧縮行程までの間に燃料を噴射する吸気行程噴射が行われる。吸気行程噴射は、吸気ポート付近に燃料を噴射するエンジン（図示せず）と同様の燃料噴射および燃焼状態となり、筒内容積の全てを用いた燃焼が行われるので、高いエンジン出力が得られるという利点を有している。

【0029】図12および図13は燃料噴射方式の違いによる各燃焼状態を示す説明図であり、図12は圧縮行程噴射での燃焼状態、図13は吸気行程噴射での燃焼状態をそれぞれ模式的に示している。各図において、40はエンジン1の気筒内の燃焼室、41は燃焼室40をサージタンク5に連通する吸気弁、42は燃焼室40を排気管に連通する排気弁、50は圧縮行程噴射での燃焼領域、51は吸気行程噴射での燃焼領域である。

【0030】図12のように、圧縮行程噴射において

は、燃焼室40内に少量の燃料を噴射して、点火プラグ10の近傍に燃料を集め、点火プラグ10の近傍のみを濃い混合気の層として燃焼させる（燃焼領域50参照）。このとき、エンジン1の吸入空気量 Q が同じであっても、点火プラグ10の近傍に噴射する燃料量によってエンジン1の発生トルク T_e が変わるので、燃料噴射量 F_o は目標エンジントルク T_o に応じて変更される。

【0031】一方、図13のように、吸気行程噴射においては、燃料が吸気行程で噴射されて筒内全体に拡散されるので、筒内全体で燃焼することになる（燃焼領域51参照）。一般に、混合気の実燃比 A/F が燃焼可能な理論空燃比（14.7）の近傍に設定されて燃料噴射量 F_o が多くなった場合、圧縮行程噴射では、圧縮行程中に燃料が噴射しきれないうへ燃料を筒内に十分に拡散させることができないので、図13のような吸入行程噴射が用いられる。

【0032】図14~図16は実際に燃料噴射弁8を駆動する際の筒内噴射燃料制御装置の制御処理を示し、図14はクランク角信号SGTの立ち上がりエッジ I_u （ $n-2$ ）での割り込み処理、図15は噴射信号Jの立ち上がり時刻 t_1 でのタイマ割り込み処理、図16は噴射信号Jの立ち下がり時刻 t_2 でのタイマ割り込み処理である。

【0033】まず、電子制御ユニット20内のCPU31は、図14の割り込み処理により、クランク角信号SGTに同期して、今回の立ち上がりエッジ I_u （ $n-2$ ）の時刻と前回の立ち上がりエッジ I_u （ $n-3$ ）の時刻との時間差から、クランク角信号SGTのパルス周期 T （ $n-3$ ）（図9参照）を演算する（ステップS1）。

【0034】続いて、エアフローセンサまたは吸気管圧力センサ（ともに図示せず）等からの情報に基づいて、立ち上がりエッジ I_u （ $n-3$ ）~ I_u （ $n-2$ ）間の周期 T （ $n-3$ ）における吸入空気量 Q （ $n-3$ ）を演算し（ステップS2）、クランク角信号SGTの周期 T （ $n-3$ ）および吸入空気量 Q （ $n-3$ ）を含む各種運転情報（エンジン1のパラメータ）から、燃料噴射量 F_o （ $n-2$ ）を演算する（ステップS3）。

【0035】また、演算された燃料噴射量 F_o （ $n-2$ ）から燃料噴射弁8の駆動時間 T_{inj} を演算し（ステップS4）、燃料の噴射を開始する時刻 t_1 にマイクロコンピュータ21のタイマ割り込みが発生するようにタイマを設定（ステップS5）した後、図14のタイマ割り込み処理を抜け出る。

【0036】次に、CPU31は、図15のタイマ割り込み処理により、ステップS3~S5で算出された制御量にしたがって、時刻 t_1 に噴射信号Jを出力して燃料噴射弁8を駆動する（ステップS6）。続いて、現在の時刻 t_1 から燃料噴射弁8の駆動時間 T_{inj} だけ経過した後の噴射終了時刻 t_2 にタイマ割り込みが発生する

ようにタイマを設定(ステップS7)した後、図15のタイマ割り込み処理を抜け出る。

【0037】最後に、CPU31は、図16のタイマ割り込み処理により、目標燃料量 $F_o(n-2)$ の噴射が終了する時刻 t_2 に噴射信号Jを終了させ、燃料噴射弁8の駆動を停止(ステップS8)した後、対象気筒に対する燃料噴射制御を終了する。

【0038】このように、たとえば#1気筒に対する燃料噴射量 F_o を演算するために、図9のように、#1気筒に充填される吸入空気の時期(すなわち、吸気行程)とは異なるタイミング(爆発行程～排気行程)でのクランク角信号SGTの周期 $T(n-3)$ およびエンジン1の吸入空気量 $Q(n-3)$ を用いている。

【0039】この場合、エンジン1の回転数 N_e や吸入空気量 Q が比較的安定している定常時においては、周期 $T(n-3)$ および吸入空気量 $Q(n-3)$ が安定しているので、吸入空気量 Q の計測時期が実際の空気吸入時期より早くても、大きな誤差は生じない。

【0040】しかしながら、加速時や減速時等の過渡状態においては、周期 $T(n-3)$ や吸入空気量 Q が刻々と変化するので、早いタイミングで燃料噴射量 F_o を演算すると、加速性や減速性を損なうことになる。たとえば、加速時においては、刻々と増大する要求燃料量 F_o に対して実際に供給される燃料量 F が不足するので加速性が悪化し、減速時においては、スロットル弁4の閉成によって減少する吸入空気量 Q と比べて実際に供給される燃料が多くなるので減速しにくくなる。

【0041】また、一般に、エンジン1が冷機状態の場合には、噴射された燃料が気化しにくいことから燃焼が不安定になるうえ、エンジン1の始動後の温度上昇によって触媒16が活性化するまでは排気ガスが清浄されないことから排気ガスが悪化することになる。

【0042】

【発明が解決しようとする課題】従来の内燃機関の筒内噴射燃料制御装置は以上のように、たとえば、制御対象気筒に対する燃料噴射量 $F_o(n-2)$ の演算を、吸気行程とは異なる前回の爆発行程～排気行程での周期 $T(n-3)$ および吸入空気量 $Q(n-3)$ のみを用いているので、加速時においては実際の燃料噴射量 F の不足から加速性が悪化し、減速時においては燃料の過剰供給から減速しにくくなるという問題点があった。

【0043】また、エンジン1が冷機時の場合には、燃料が気化されにくく燃焼が不安定になるうえ、始動後に触媒16が高温になって活性化するまでは排気ガスが悪化してしまうという問題点があった。

【0044】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、筒内噴射エンジンで燃料噴射量を演算する際に、最新の運転状態(吸入空気量およびクランク角周期)を反映させることにより、過渡運転時の燃料量を適正化した内燃機関の筒内噴射燃料制御装置を

得ることを目的とする。

【0045】また、この発明は、過渡運転時の燃料量を容易に適正化するとともに、燃料の気化を促進し、且つエンジン冷機時の触媒を直ちに活性化することのできる内燃機関の筒内噴射燃料制御装置を得ることを目的とする。また、この発明は、過渡運転時の燃料量を容易に適正化するとともに、エンジン出力性能を安定化させた内燃機関の筒内噴射燃料制御装置を得ることを目的とする。

【0046】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る内燃機関の筒内噴射燃料制御装置は、内燃機関の各気筒内に直接に燃料を噴射するための燃料噴射弁を有し、各燃料噴射弁に対して各燃料噴射弁の駆動時間に応じたパルス幅の噴射信号を印加することにより、各気筒の1行程に要求される燃料量を各気筒内に供給する内燃機関の筒内噴射燃料制御装置において、各気筒の1行程に印加される噴射信号を3つのパルスに分割するとともに、1行程に要求される燃料量を3回に分割し、各気筒の燃料噴射弁に対して、第1回目および第2回目の噴射信号をそれぞれ吸気行程で印加し、第3回目の噴射信号を圧縮行程で印加し、第2回目の噴射信号により供給される燃料量を内燃機関の運転状態に応じて補正するものである。

【0047】これにより、第2回目の噴射の際に最新の運転状態(吸入空気量およびクランク角周期)を反映させた燃料量の演算が可能となり、第2回目の噴射信号で燃料量を調整して過渡時での燃料量を適正化することができる。

【0048】また、この発明の請求項2に係る内燃機関の筒内噴射燃料制御装置は、内燃機関の各気筒内に直接に燃料を噴射するための燃料噴射弁を有し、各燃料噴射弁に対して各燃料噴射弁の駆動時間に応じたパルス幅の噴射信号を印加することにより、各気筒の1行程に要求される燃料量を各気筒内に供給する内燃機関の筒内噴射燃料制御装置において、各気筒の1行程に印加される噴射信号を3つのパルスに分割するとともに、1行程に要求される燃料量を3回に分割し、各気筒の燃料噴射弁に対して、第1回目の噴射信号を排気行程で印加し、第2回目の噴射信号を吸気行程で印加し、第3回目の噴射信号を圧縮行程で印加するものである。

【0049】これにより、第1回目に噴射された燃料が排気ガスで暖められて燃料の気化が促進するとともに、そのまま排出された一部の燃料が燃焼して触媒を加熱活性化するので、特に冷機時のエンジン性能を確保することができる。

【0050】また、この発明の請求項3に係る内燃機関の筒内噴射燃料制御装置は、請求項2において、第2回目の噴射信号により供給される燃料量を内燃機関の運転状態に応じて補正するものである。これにより、エンジ

ンの運転状態に応じた出力性能を得ることができ、過渡時での燃料量を適正化することができる。

【0051】また、この発明の請求項4に係る内燃機関の筒内噴射燃料制御装置は、請求項1または請求項2において、第3回目の噴射信号により供給される燃料量を一定値に設定したものである。これにより、エンジンの出力性能を安定化することができる。

【0052】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態1を図について説明する。なお、この発明の実施の形態1のシステムの全体構成については、図7および図8と同様であり、前述した通りなので、ここでは説明を省略する。

【0053】図1はこの発明の実施の形態1による燃料噴射方法を示すタイミングチャートであり、前述と同様に、#1気筒の圧縮行程に対応したクランク角信号SGTの立ち上がりエッジIu(n)とし、#1気筒の燃料噴射に注目した場合を示している。ここでは、図1の(c)の噴射信号JがJ1~J3に3分割されている点のみが図9と異なる。

【0054】J1は吸気行程での第1回目の噴射信号、J2は吸気行程での第2回目の噴射信号、J3は圧縮行程での第3回目の噴射信号である。また、t1a、t3、t5は、各噴射信号J1~J3の立ち上がり時刻、t2a、t4、t6は、各噴射信号J1~J3の立ち下がり時刻、Tin j1~Tin j3は各噴射信号J1~J3のパルス幅(燃料噴射弁8の各駆動時間)である。

【0055】次に、図7および図8とともに、図2~図5のフローチャートを参照しながら、3分割された噴射信号J1~J3を用いたこの発明の実施の形態1による

$$Tin j1(n-2) = 0.8 \times Tin j(n-2) \quad \dots (1)$$

$$Tin j2(n-2) = 0.2 \times Tin j(n-2) - \tau \quad \dots (2)$$

$$Tin j3(n-2) = \tau \quad \dots (3)$$

【0061】すなわち、第1回目の噴射信号J1は、目標燃料量Fo(n-2)の80%を供給し、第2回目および第3回目の噴射信号J2およびJ3は、残りの20%の燃料量を供給することになる。なお、第3回目の燃料噴射時間Tin j3(n-2)は、前述と同様の一定値τである。

$$Tin j(n-2) = Tin j1(n-2) + Tin j2(n-2) + Tin j3(n-2) \quad \dots (4)$$

【0064】こうして、ステップS14において、目標燃料量Fo(n-2)に相当する総合駆動時間Tin j(n-2)および目標燃料量Fo(n-2)の3分割に相当する駆動時間Tin j1(n-2)~Tin j3(n-2)を設定し、立ち上がりエッジIu(n-2)の割り込み処理(図2)を抜ける。

【0065】次に、CPU31は、時刻t1aのタイマ割り込み処理(図3)により、第1回目の燃料噴射を実行する。すなわち、#1気筒の吸気行程初期の時刻t1

燃料噴射処理動作について説明する。

【0056】図2はクランク角信号SGTの立ち上がりエッジIu(n-2)での割り込み処理を示すフローチャートであり、S1~S3は前述と同様のステップである。また、図3は第1回目の噴射を行う時刻t1aでのタイマ割り込み処理を示すフローチャート、図4は第2回目の噴射を行う時刻t3でのタイマ割り込み処理を示すフローチャート、図5は第3回目の噴射を行う時刻t5でのタイマ割り込み処理を示すフローチャートである。

【0057】図2の割り込み処理は、Iu(n-2)のみならず、次のクランク角信号SGTの立ち上がりエッジIu(n-1)およびIu(n)においても、逐次に実行される。

【0058】まず、CPU31(図8参照)は、クランク角信号SGTの立ち上がりエッジIu(n-2)で割り込みが発生した場合、前述と同様に、今回および前回の割り込み発生時刻Iu(n-2)およびIu(n-3)から、クランク角信号SGTの前の周期T(n-3)を演算する(ステップS1)。

【0059】続いて、吸入空気量Q(n-3)を演算し(ステップS2)、クランク角信号SGTの周期T(n-3)および吸入空気量Q(n-3)から燃料噴射量Fo(n-2)を演算する(ステップS3)。さらに、目標燃料噴射量Fo(n-2)を3分割した燃料噴射量に相当する各噴射信号J1~J3のパルス幅(駆動時間)Tin j1(n-2)~Tin j3(n-2)を、以下の(1)~(3)式のように演算する(ステップS14)。

【0060】

【0062】また、3回の駆動時間Tin j1(n-2)~Tin j3(n-2)の和として、燃料噴射弁8の総合駆動時間Tin j(n-2)を、以下の(4)式のように演算する。

【0063】

aから第1回目の噴射信号J1を立ち上げることであり、燃料噴射弁8を駆動開始する(ステップS15)。

【0066】続いて、第1回目の噴射信号J1の立ち上がり時刻t2a(燃料噴射弁8の駆動停止時刻)を設定し(ステップS16)、時刻t1aのタイマ割り込み処理(図3)を抜ける。ここで、第1回目の噴射終了時刻t2aは、図2内のステップS14で演算した第1回目の駆動時間Tin j1(n-2)を用いて、以下の(5)式のように演算される。

【0067】

$$t2a = t1a + Tinj1(n-2) \cdots (5)$$

【0068】以下、第1回目の噴射信号J1の立ち下がり時刻t2aにおいて、前述(図16参照)と同様に、時刻t2aでのタイマ割り込み処理(図示せず)を実行し、燃料噴射弁8の駆動を停止させる。

【0069】続いて、クランク角信号SGTの立ち上がり

$$Tinj1(n-1) = 0.8 \times Tinj(n-1) \cdots (6)$$

$$Tinj2(n-1) = 0.2 \times Tinj(n-1) - \tau \cdots (7)$$

$$Tinj3(n-1) = \tau \cdots (8)$$

【0071】(6)～(8)式は、上記(1)～(3)式内の演算処理タイミング(n-2)が今回タイミング(n-1)に置き換わっているのみである。また、今回の目標燃料量F_o(n-1)に相当する総合駆動時間Tinj(n-1)は、(6)～(8)式で得られた各駆動時間Tinj1(n-1)～Tinj3(n-1)の和となる。

【0072】次に、CPU31は、時刻t3でのタイマ割り込み処理(図4)により、第2回目の燃料噴射を実行する。すなわち、#1気筒の吸気行程後半の時刻t3

$$\Delta Tinj(n-1) = Tinj(n-1) - Tinj(n-2) \cdots (9)$$

【0075】また、上式から演算された駆動時間偏差ΔTinj(n-1)を用いて、第2回目の噴射信号J2による燃料噴射弁8の駆動時間Tinj2(n-2)を、以下の(10)式のように補正し、新規の第2回目

$$Tinj2(n-1) = Tinj2(n-2) + \Delta Tinj(n-1) \cdots (10)$$

【0077】続いて、第2回目の噴射信号J2の立ち下がり時刻t4(燃料噴射弁8の駆動停止時刻)を、以下の(11)式のように設定し(ステップS20)、時刻t3のタイマ割り込み処理(図4)を抜け出る。

【0078】

$$t4 = t3 + Tinj2(n-1) \cdots (11)$$

【0079】こうして、第2回目の噴射信号J2のタイマ設定が終了すると、時刻t4において、前述と同様に、噴射信号J2を立ち下げるためのタイマ割り込み処理(図示せず)が実行される。

【0080】次に、CPU31は、時刻t5のタイマ割り込み処理(図5)により、第3回目の燃料噴射を実行する。すなわち、時刻t5から第3回目の噴射信号J3を立ち上げることに、燃料噴射弁8を駆動開始する(ステップS21)。

【0081】続いて、第3回目の噴射信号J3の立ち下がり時刻t6(燃料噴射弁8の駆動停止時刻)を、以下の(12)式のように設定し(ステップS22)、時刻t5のタイマ割り込み処理(図5)を抜け出す。

$$t6 = t5 + \tau \cdots (12)$$

【0083】このように、制御対象気筒に対して、3分割された噴射信号J1～J3を用い、第1回目の噴射信号J1を吸気行程の前半で出力し、第2回目の噴射信号

リエッジI_u(n-1)において、図2と同様の割り込み処理を実行し、クランク角周期T(n-2)および吸入空気量Q(n-2)を求めた後、上記(2)～(4)式と同様に、燃料噴射弁8の第k回目(k=1、2、3)の駆動時間Tinj_k(n-1)を、以下の(6)～(8)式のように演算する。

【0070】

から第2回目の噴射信号J2を立ち上げることに、燃料噴射弁8を駆動開始する(ステップS17)。

【0073】続いて、運転状態の変化に応じた燃料量を設定して過渡時の燃料噴射量Fの補正を行うために、前回の総合駆動時間Tinj(n-2)と今回の総合駆動時間Tinj(n-1)との時間偏差ΔTinj(n-1)を、以下の(9)式のように演算する(ステップS18)。

【0074】

の駆動時間Tinj2(n-1)とする(ステップS19)。

【0076】

J2を吸気行程の後半で出力し、第3回目の噴射信号J3を圧縮行程で出力することにより、第2回目の噴射信号J2による燃料噴射開始時においては、最新のクランク角周期T(n-1)および吸入空気量Q(n-1)等から演算された最新の燃料噴射量F_o(n-1)を演算することができる。

【0084】ここで、第1回目の噴射信号J1(パルス幅Tinj1)により噴射される燃料量F1は前回の運転状態に応じた既知値であり、第3回目の噴射信号J3(パルス幅τ)により噴射される燃料量F3は一定値であるが、第2回目の噴射信号J2により噴射される燃料量F2を今回の運転状態に応じて調整することにより、総合燃料噴射量Fを最新のエンジン状態に見合う目標燃料量F_oに一致させることができる。

【0085】したがって、加減速時の過渡運転状態においても、最新のエンジン状態を反映させることができ、加速不足や減速性悪化等を解消することができる。また、圧縮行程において、第3回目の噴射信号J3により燃料を噴射するので、比較的濃い混合気の層が点火プラグ10の周辺に形成されて(図12参照)、燃料への着火が確実且つ容易になる。

【0086】さらに、圧縮行程での第3回目の燃料噴射量F3が変動すると、エンジン1の発生トルク等の性能

変動に著しく影響を与えることになるが、第3回目の噴射信号J3のパルス幅 T_{inj3} を一定値 τ に設定したので、圧縮行程での噴射量F3が変動せず、圧縮行程でのエンジン1の燃焼性に影響を与えることはない。したがって、吸気行程で噴射される第1回目の燃料量F1および第2回目の燃料量F2（特に、補正制御される第2回目の噴射信号J2による燃料量F2）によって、エンジン1の出力を制御することができる。

【0087】実施の形態2。なお、上記実施の形態1では、3分割した噴射信号J1～J3のうち、第1回目の噴射信号J1および第2回目の噴射信号J2を吸気行程において出力したが、図6に示すように、第1回目の噴射信号J1を排気行程で出力し、第2回目の噴射信号J2のみを吸気行程で出力するようにしてもよい。

【0088】図6はこの発明の実施の形態2による燃料噴射動作を示すタイミングチャートであり、図6の(c)において、#1気筒の燃料噴射弁8に対する噴射信号Jは、各制御行程毎に3つの噴射信号J1～J3に分割されており、このうち、第1回目の噴射信号J1は排気行程で出力される。他の動作については前述（図1～図5参照）と同様であり、第2回目の噴射信号J2は吸気行程で出力され、第3回目の噴射信号J3は圧縮行程で出力される。

【0089】この場合、排気行程で出力される第1回目の噴射信号J1は、クランク角周期 $T(n-3)$ で演算した燃料噴射量F1を噴射し、吸気行程で出力される第2回目の噴射信号J2は、クランク角周期 $T(n-2)$ で演算した最新の燃料量を考慮して燃料量F2の補正を行い、圧縮行程で出力される第3回目の噴射信号J3は一定パルス幅 τ に基づく一定燃料量F3を噴射する。これにより、前述と同様に、第2回目の噴射信号J2により燃料量を補正することができる。

【0090】また、第1回目の噴射信号J1を排気行程で出力することにより、排気行程で噴射した燃料が排気ガスで暖められ、燃料の気化が促進されるので、特にエンジン1が冷機状態での燃焼性を向上させることができる。さらに、排気行程に噴射した燃料の一部が、気筒内に留まらずにそのまま排出ポートから排気管に排出された場合、未燃ガスが触媒16の付近で燃焼して触媒16が加熱されるため、冷機時における始動後の触媒16の活性化を促進することができる。

【0091】

【発明の効果】以上のようにこの発明の請求項1によれば、各気筒1a～1dの1行程に印加される噴射信号Jを3つのパルスJ1～J3に分割するとともに、1行程に要求される燃料量F0を3回に分割し、各気筒1a～1dの燃料噴射弁8に対して、第1回目および第2回目の噴射信号J1およびJ2をそれぞれ吸気行程で印加し、第3回目の噴射信号J3を圧縮行程で印加し、第2回目の噴射信号J2により供給される燃料量F2をエン

ジン1の運転状態に応じて補正し、総合燃料噴射量Fを最新のエンジン状態に見合う目標燃料量F0と一致させるようにしたので、加減速での過渡運転状態においても最新のエンジン状態を燃料噴射量Fに反映させることができ、燃料量Fを適正化して加速不足や減速性悪化を解消することができる。

【0092】また、この発明の請求項2によれば、各気筒1a～1dの1行程に印加される噴射信号Jを3つのパルスJ1～J3に分割するとともに、1行程に要求される燃料量F0を3回に分割し、各気筒1a～1dの燃料噴射弁8に対して、第1回目の噴射信号J1を排気行程で印加し、第2回目の噴射信号J2を吸気行程で印加し、第3回目の噴射信号J3を圧縮行程で印加するようにしたので、燃料の気化が促進されてエンジン冷機状態での燃焼性を向上させるとともに、排気行程噴射された燃料の一部が触媒16の付近で燃焼して冷機時始動後の触媒16の活性化を促進することができる。

【0093】また、この発明の請求項3によれば、請求項2において、第2回目の噴射信号J2により供給される燃料量F2をエンジン1の運転状態に応じて補正するようにしたので、エンジン状態に応じた出力性能を得ることができ、過渡時での燃料量Fを適正化することができる。

【0094】また、この発明の請求項4によれば、請求項1または請求項2において、第3回目の噴射信号J3により供給される燃料量を一定値に設定したので、エンジン1の燃焼状態に影響を与えることがなく、エンジン出力性能を安定化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による燃料噴射処理動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図2】 この発明の実施の形態1による燃料噴射処理のクランク角信号の立ち上がりエッジでの割り込み処理動作を示すフローチャートである。

【図3】 この発明の実施の形態1による燃料噴射処理の時刻 t_{11} でのタイマ割り込み処理動作を示すフローチャートである。

【図4】 この発明の実施の形態1による燃料噴射処理の時刻 t_{13} でのタイマ割り込み処理動作を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態1による燃料噴射処理の時刻 t_{15} でのタイマ割り込み処理動作を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態2による燃料噴射処理動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図7】 一般的な内燃機関の筒内噴射燃料制御装置の全体を示す構成図である。

【図8】 図7内の電子制御ユニットの具体的な構成例を示すブロック図である。

【図9】 従来の内燃機関の筒内噴射燃料制御装置によ

る燃料噴射処理動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図10】 一般的なエンジン回転数および目標エンジントルクと燃料噴射方式との関係を示す説明図である。

【図11】 一般的な圧縮行程噴射時および吸気行程噴射時における空燃比とエンジン発生トルクとの関係を示す特性図である。

【図12】 一般的な圧縮行程噴射時の燃焼状態を模式的に示す説明図である。

【図13】 一般的な吸気行程噴射時の燃焼状態を模式的に示す説明図である。

【図14】 従来の内燃機関の筒内噴射燃料制御装置による燃料噴射処理のクランク角信号の立ち上がりエッジでの割り込み処理動作を示すフローチャートである。

【図15】 従来の内燃機関の筒内噴射燃料制御装置による燃料噴射処理の時刻 t_1 でのタイマ割り込み処理動作を示すフローチャートである。

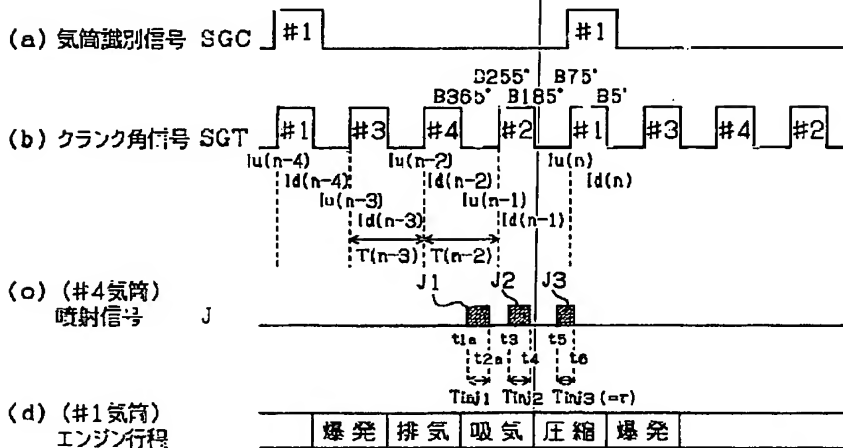
【図16】 従来の内燃機関の筒内噴射燃料制御装置に

よる燃料噴射処理の時刻 t_2 でのタイマ割り込み処理動作を示すフローチャートである。

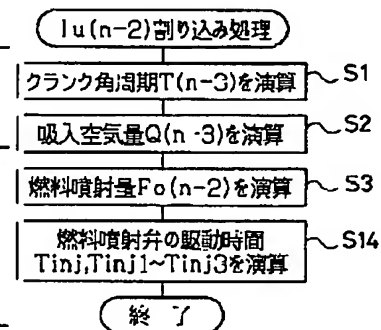
【符号の説明】

1 エンジン（内燃機関）、1a~1d 気筒、8 燃料噴射弁、J1~J3 噴射信号、 T_{inj} 総合駆動時間、 T_{inj1} 、 T_{inj2} 、 T_{inj3} 駆動時間（パルス幅）、 τ 一定値、S1 クランク角信号の周期を演算するステップ、S2 吸入空気量を演算するステップ、S3 燃料噴射量を演算するステップ、S14 駆動時間を演算するステップ、S15 第1回目の噴射信号を立ち上げるステップ、S16 第1回目の噴射信号の停止時刻を設定するステップ、S17 第2回目の噴射信号を立ち上げるステップ、S18 前回値と今回値との偏差を演算するステップ、S19 第2回目の噴射信号を補正するステップ、S20 第2回目の噴射信号の停止時刻を設定するステップ、S21 第3回目の噴射信号を立ち上げるステップ、S22 第3回目の噴射信号の停止時刻を設定するステップ。

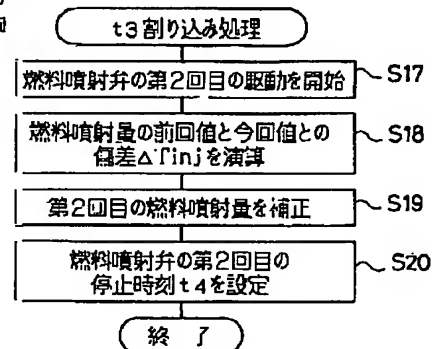
【図1】



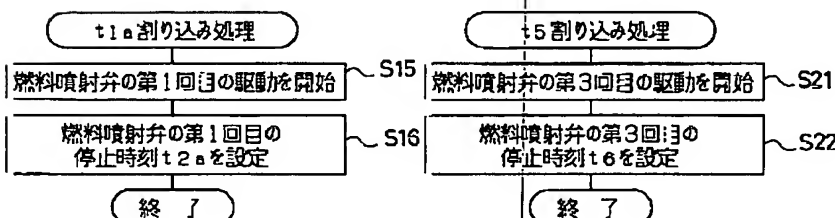
【図2】



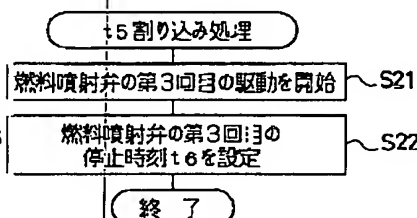
【図4】



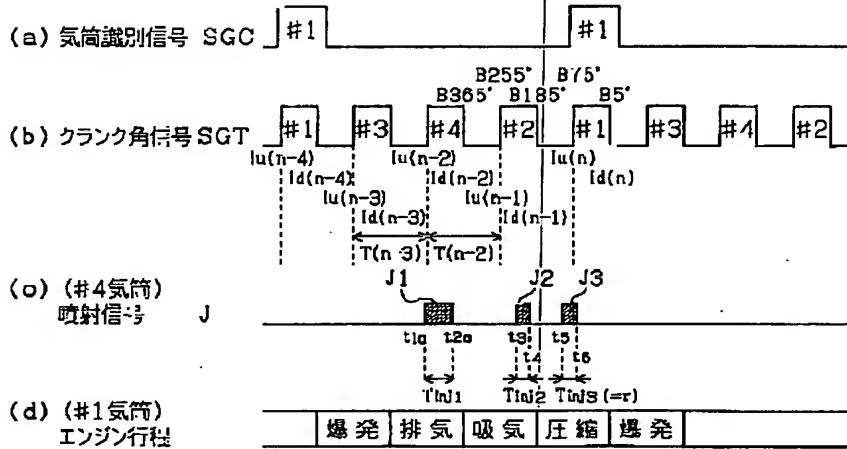
【図3】



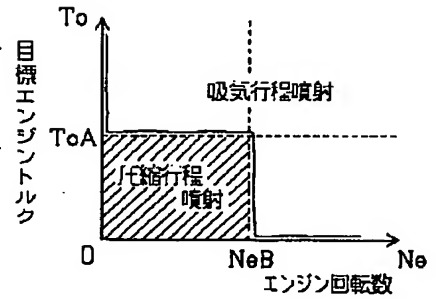
【図5】



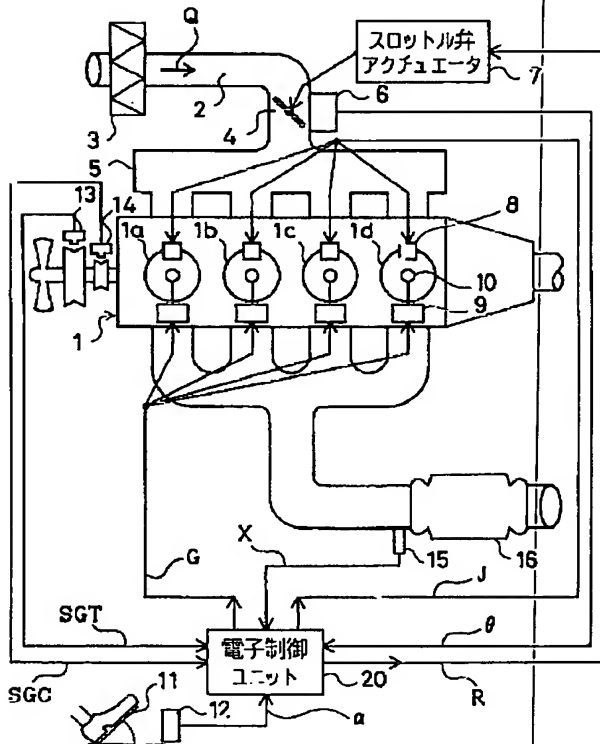
【図6】



【図10】

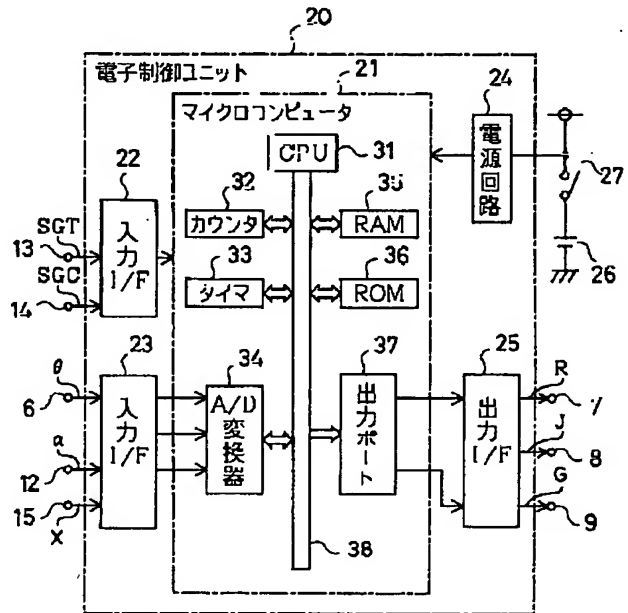


【図7】

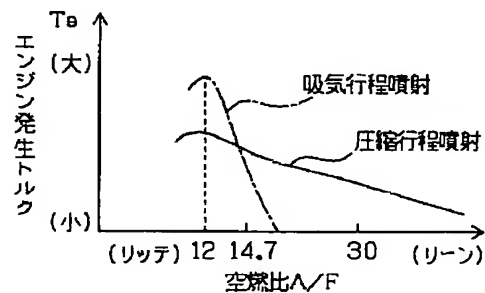


1 : エンジン
1a~1d : 気筒
8 : 燃料 噴射弁

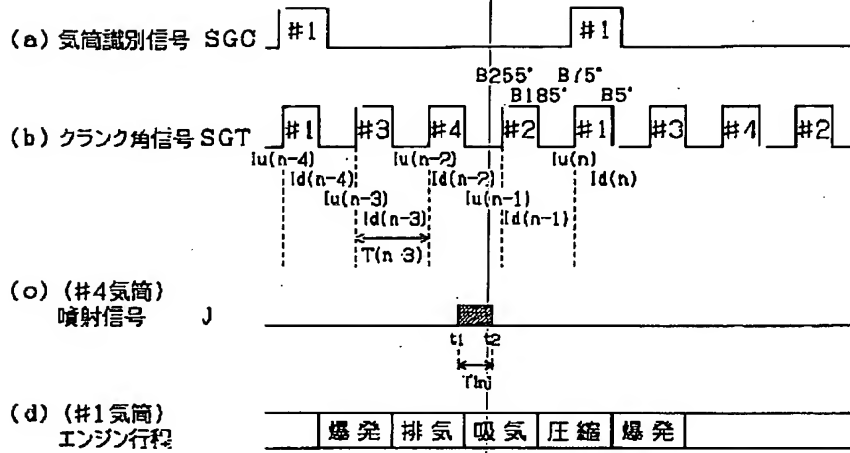
【図8】



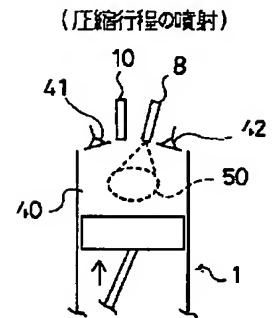
【図11】



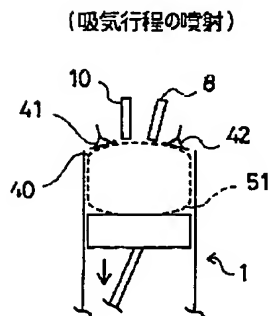
【図9】



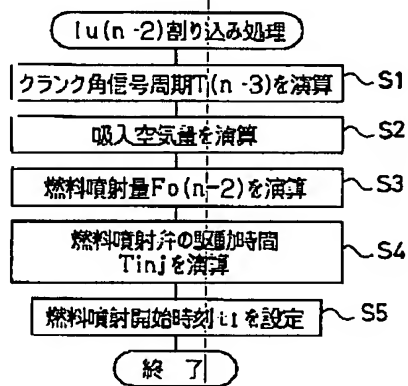
【図12】



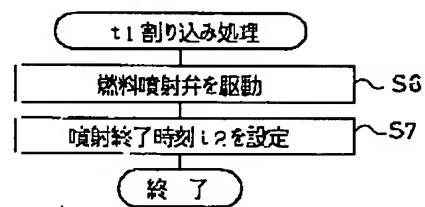
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

